des sucres renfermés dans les tissus (1). Chez les Champignons à mannite, il s'y joint, comme l'a montré M. Müntz, un dégagement d'hydrogène ; mais ce dégagement n'a jamais lieu tant qu'il y a encore trace notable d'oxygène dans l'atmosphère.

On voit par ce qui précède, que pour étudier la respiration par cette méthode, il faut que la durée de l'expérience soit inférieure à celle de la première période, celle de la respiration normale. Aucune expérience ne doit être assez prolongée pour empiéter sur la seconde ou la troisième période.

Or, comme la fin de la première période est d'autant plus rapidement atteinte que la température est plus élevée, si l'on soumet pendant des durées égales les mêmes végétaux à des expériences faites à deux températures différentes, on pourra trouver, par exemple, que le rapport de l'acide carbonique émis à l'oxygène absorbé est plus grand que 1 à la température élevée et plus petit que 1 à une basse température, alors qu'en réalité ce rapport ne change pas sensiblement avec la température. Cela tiendrait à ce que, pour l'expérience à la température la plus haute, la période de respiration normale a été dépassée.

M. Ph. Van Tieghem fait à la Société la communication suivante :

SUR QUELQUES POINTS DE L'ANATOMIE DES CRYPTOGAMES VASCULAIRES, par M. Ph. VAN TIEGHEM.

Plusieurs points de l'anatomie des Cryptogames vasculaires m'ont paru mériter de nouvelles recherches. Je me bornerai aujourd'hui à en signaler deux, en appelant l'attention de la Société d'abord sur les tissus secondaires qui peuvent se développer dans la tige, les racines et les feuilles de ces plantes, ensuite sur les anomalies qui existent chez plusieurs d'entre elles dans la structure primaire de la racine.

§ I. — Tissus secondaires.

Comme ceux des Phanérogames, les tissus secondaires des Cryptogames vasculaires procèdent normalement de deux assises génératrices concentriques : l'externe dans l'écorce, formant du liège en dehors et de l'écorce secondaire en dedans ; l'interne dans le cylindre central, intercalée au liber et au bois des faisceaux libéro-ligneux primaires, produisant du liber secondaire en dehors et du bois secondaire en dedans. Chez quelques-

(1) C'est le phénomène étudié par MM. Lechartier et Bellamy.

unes de ces plantes, il se forme dans le péricycle, en dehors des faisceaux libéro-ligneux, une assise génératrice qui produit vers l'extérieur de l'écorce secondaire, et vers l'intérieur à la fois du liber et du bois secondaires : d'où une anomalie, semblable à celle que présentent, parmi les Phanérogames, les Dracénées, Nyctaginées, etc. Enfin, il s'y constitue quelquefois, à la périphérie de la moelle, en dedans des faisceaux libéro-ligneux, une assise génératrice produisant un méristème dont la différenciation, encore inconnue jusqu'ici, semble devoir conduire à l'anomalie dont le *Tecoma* offre la complète réalisation chez les Phanérogames.

Étudions séparément ces quatre assises génératrices.

1. *Assise génératrice normale subéro-corticale.* — L'assise génératrice normale subéro-corticale peut se développer dans la tige (*Botrychium, Helminthostachys*), dans la racine (*Botrychium, Helminthostachys, Angiopteris, Marattia*), et dans la feuille (*Botrychium, Angiopteris, Marattia*).

Dans la tige des *Botrychium* (*B. rutaceum, virginicum, ternatum, daucifolium*, etc.), c'est l'épiderme qui devient la première assise génératrice subéro-corticale. Par une série de cloisonnements tangentiels, il donne en effet naissance, en dehors à une couche de liège à parois minces et brunes, en dedans à une ou quelques assises de parenchyme cortical secondaire. Plus tard il se fait dans l'écorce, à quelque distance au-dessous de la première, une nouvelle assise génératrice qui se comporte de la même manière ; mais cette seconde assise n'est pas contenue et circulaire comme la première ; elle ne se forme que par endroits, et les plaques de liège qu'elle produit recourbent leurs bords vers l'extérieur de manière à se raccorder çà et là avec le liège périphérique (*Botrychium daucifolium, ternatum*, etc.). Il s'exfolie de la sorte un rhytidome écailleux, comme dans beaucoup de Dicotylédones. Plus tard encore, il peut se faire, dans la zone interne de l'écorce, contre l'endoderme, une nouvelle série de plaques de liège fortement concaves en dehors, se raccordant çà et là avec les plaques de la seconde série et exfoliant de nouvelles écailles de rhytidome (*B. ternatum*). Ce liège profond peut intéresser l'endoderme, ou même le traverser en se formant aux dépens du péricycle et en exfoliant l'endoderme avec le reste de l'écorce (*B. ternatum*). Quelquefois le liège profond succède directement au liège périphérique, et les écailles du rhytidome ont du premier coup toute l'épaisseur de l'écorce (*B. Lunaria*).

La tige de l'*Helminthostachys zeylanica* produit du liège comme celle des *Botrychium*. Je n'en ai pas observé dans la tige des *Ophioglossum* (1).

(1) M. Russow a déjà signalé en 1872 l'existence du liège dans la tige du *Botrychium*.

Dans la racine des *Botrychium* (*B. rutaceum, ternatum, matricariæfolium, daucifolium*, etc.) et de l'*Helminthostachys*, il se fait une couche continue de liège périphérique, qui prend naissance tantôt dans l'assise externe dont les cellules ne se prolongent pas en poils, mais cutinisent fortement leur paroi extérieure, tantôt dans la seconde assise, tantôt à la fois dans les deux rangées ; je n'y ai pas observé de formation ultérieure de liège profond avec exfoliation de rhytidome. La racine des *Ophioglossum* paraît ne pas produire de liège ; mais en revanche les cellules de l'assise externe, qui ne se prolongent pas non plus en poils, épaississent beaucoup, brunissent et cutinisent fortement leur membrane sur la face externe ; dans l'*O. palmatum*, cet épaississement va jusqu'à supprimer presque complètement la cavité cellulaire.

C'est également dans la rangée de cellules située au-dessous de l'assise pilifère que la couche de liège prend naissance dans la racine des Marattiacées, comme je l'ai fait voir il y a longtemps (1). J'ajouterai seulement que dans les grosses racines d'*Angiopteris*, il se fait, outre le liège, une couche assez épaisse d'écorce secondaire.

En ce qui concerne la feuille, je me bornerai à dire que la couche de liège de la tige se prolonge sur la base des pétioles dans les *Botrychium*, et à rappeler les observations récentes de M. Potonié sur les pétioles des *Angiopteris* et des *Marattia* (2). Sur toute leur surface, ces pétioles portent des stomates disposés par groupes allongés. Au-dessous de chacun de ces groupes, les cellules sous-épidermiques de la feuille subissent une série de cloisonnements tangentiels et produisent de dehors en dedans une lame de liège compacte à parois brunes. Chaque plaque de liège ainsi formée est un peu concave et se raccorde latéralement avec l'épiderme. En un mot, il se forme sous chaque groupe de stomates une lenticelle, et la production de lenticelles dans les feuilles de ces plantes, déjà signalée en 1875 par M. Costerus, suffit à démontrer la faculté qu'ont ces organes d'engendrer des tissus secondaires.

2. *Assise génératrice normale libéro-ligneuse.* — M. Russow a montré en 1872 que la tige âgée du *Botrychium rutaceum* possède, entre le liber et le bois de ses faisceaux primaires, une assise génératrice produisant une couche, peu épaisse, il est vrai, de liber secondaire en dehors, de bois secondaire en dedans (3). Cette observation était d'une grande impor-

(1) Ph. Van Tieghem, *Mémoire sur la racine* (Ann. des sc. nat. 5e série, t. XIII, p. 70, 1871).

(2) Potonié, *Anatomie der Lenticellen der Marattiaceen* (Jahrb. des k. bot. Gartens in Berlin, I, 1881).

(3) Russow, *Vergleichende Untersuchungen* (Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg, t. XIX, 1872).

tance, puisqu'elle prouvait qu'une Cryptogame vasculaire peut épaissir sa tige par le même procédé qu'une Gymnosperme ou une Dicotylédone ; elle ne paraît pas cependant avoir fixé l'attention autant qu'elle le méritait (1). J'en ai vérifié l'exactitude, non seulement sur le *B. rutaceum*, mais sur plusieurs autres espèces (*B. Lunaria*, *virginicum*, *ternatum*, etc.), ainsi que sur l'*Helminthostachys zeylanica*. Dans les *Botrychium*, en même temps que des vaisseaux ponctués et réticulés, il se fait des rayons unisériés qui partagent le bois secondaire en compartiments. Dans l'*Helminthostachys*, il se forme aussi des cellules ligneuses, mais elles sont mélangées sans ordre aux vaisseaux, ce qui donne au bois un aspect tout différent. Dans les *Ophioglossum*, les faisceaux primaires, qui sont, comme on sait, isolés et non pas confondus latéralement en un anneau continu, comme chez les *Botrychium* et *Helminthostachys*, ne sont le siège d'aucune production de tissus secondaires. On a ici l'exemple instructif de deux genres voisins dont l'un engendre des tissus secondaires, tandis que l'autre n'en produit pas.

Le bois primaire étant centrifuge dans les Ophioglossées, le bois secondaire ne fait, pour ainsi dire, qu'en continuer le développement ; les premiers vaisseaux secondaires se superposent directement aux derniers vaisseaux primaires, et la limite des deux formations est difficile à fixer exactement. Sous ce rapport, les choses s'y passent absolument comme chez les Gymnospermes ou les Dicotylédones. Il n'en est pas de même dans les Cryptogames vasculaires, où le bois primaire de la tige est centripète, comme chez les Lycopodinées : là les deux formations ligneuses inverses sont très nettement séparées. Il est vrai que chez aucune Lycopodinée vivante on n'a observé jusqu'ici de formation de bois et de liber secondaires par le moyen de l'assise génératrice normale. La plupart ne produisent même de bois et de liber secondaires d'aucune manière (*Lycopodium*, *Phylloglossum*, *Tmesipteris*, *Psilotum*, *Selaginella*) ; d'autres en forment, comme il sera dit tout à l'heure, à l'aide d'une assise anomale (*Isoetes*). Mais il en était autrement chez certains genres aujourd'hui disparus, notamment dans les *Sphenophyllum* et les *Sigillaria*.

(1) Dans son traité classique d'anatomie comparée (*Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane*, Leipzig, 1877), M. de Bary n'en fait pas mention, et dit même formellement que, parmi les Cryptogames vasculaires actuellement vivantes, on ne rencontre d'épaississement par formation de bois et de liber secondaires aux dépens d'une assise génératrice que chez les seuls *Isoetes* (p. 641). Plus récemment encore, dans son *Cours de botanique fossile* de 1882, M. Renault allait même jusqu'à nier l'existence d'une zone génératrice libéro-ligneuse chez les Cryptogames vasculaires. « Pour qu'un Lepidodendron, dit-il (*loc. cit.* p. 150), pût devenir une Sigillaire, il faudrait attribuer aux Cryptogames de l'époque carbonifère une zone génératrice fonctionnant plus ou moins activement, mais d'une manière permanente, à la manière du cambium de la grande majorité des plantes phanérogames ; *aucune observation faite chez les Cryptogames actuelles ne justifie cette hypothèse.* »

Je dois à l'obligeance de M. Renault d'avoir pu examiner plusieurs des belles préparations silicifiées de tiges et de feuilles de *Sphenophyllum* qui ont servi de base au mémoire qu'il a publié sur ces plantes en 1873 (1) et qu'il a complété en 1882 (2). Mais l'étude que j'en ai faite m'a conduit à une manière de voir très différente de celle qui a été adoptée par ce savant.

La tige du *Sphenophyllum quadrifidum*, par exemple, dont les feuilles quadrifides sont verticillées par six, a son cylindre central formé par six faisceaux libéro-ligneux rapprochés deux par deux à sa périphérie. Les bois centripètes de ces six faisceaux confluent d'abord deux à deux, puis tous ensemble jusqu'au centre, en un prisme triangulaire plein à faces légèrement concaves ; les arêtes de ce prisme, occupées par les vaisseaux les plus étroits et les premiers formés, sont donc creusées d'une petite gouttière, et chaque bord de la gouttière envoie un faisceau dans une feuille. Entre ce prisme ligneux centripète et la mince couche libérienne qui l'entoure, il se constitue de bonne heure une couche libéro-ligneuse continue qu'on doit regarder comme secondaire. Le bois secondaire commence en trois points de la périphérie, en dehors des arêtes du prisme, par des vaisseaux étroits, puis se continue de chaque côté sur les faces concaves par des vaisseaux de plus en plus larges, qui se rejoignent au milieu ; tous ces vaisseaux sont ponctués aréolés, comme ceux de la région centrale du bois primaire. A ce premier rang de vaisseaux secondaires s'en ajoutent plus tard de nouveaux en dehors des anciens, de sorte que la couche ligneuse va s'épaississant peu à peu, en même temps que son contour, de triangulaire qu'il était d'abord, devient circulaire : le développement du bois secondaire est centrifuge. Le liber secondaire paraît renfermer des canaux sécréteurs.

La tige des *Sphenophyllum* épaissit donc son cylindre central par une assise génératrice interposée au liber et au bois primaires, comme celle des *Botrychium* et de l'*Helminthostachys*. Il y a seulement cette différence, qu'ici le bois primaire est centripète, tandis que, dans les deux genres précédents, il est centrifuge. La nature de cette couche libéro-ligneuse secondaire a été entièrement méconnue par M. Renault, tout aussi bien dans son cours de 1882 que dans son mémoire de 1873.

Considérons maintenant la feuille de ce même *Sphenophyllum*. Le faisceau foliaire, qui se bifurque dans l'écorce pour entrer dans la feuille, emprunte ses éléments ligneux à la fois au bois primaire sur l'arête du prisme et au bois secondaire sur la couche des vaisseaux étroits qui recouvre cette arête. Aussi possède-t-il deux régions ligneuses : l'une

(1) Renault, *Recherches sur l'organisation des* Sphenophyllum (Ann. des sc. nat. 5e série, t. XVIII, 1873).

(2) Renault, *Cours de botanique fossile*, t. II, 1882.

occupant le bord supérieur, primaire et centripète, en forme de triangle tourné la pointe en bas; l'autre moins développée, secondaire et centrifuge, étalée transversalement entre la pointe du triangle et le liber inférieur. L'existence de ce double bois des faisceaux foliaires a échappé à M. Renault.

Passons maintenant aux Sigillaires. La structure bien connue de leurs tiges et de leurs feuilles est précisément celle que je viens de décrire dans les *Sphenophyllum*. En effet, dans les *Sigillaria vascularis* et *pulcherrima*, les bois centripètes des faisceaux libéro-ligneux primaires confluent latéralement et en dedans jusqu'au centre en un massif vasculaire plein, et ce massif ne tarde pas à être entouré d'une couche libéro-ligneuse secondaire de plus en plus épaisse. Il en est de même dans le *S. Diploxylon*, à cette différence près que les coins de bois primaire, toujours confluents latéralement, ne se rejoignent pas au centre et forment tous ensemble un cylindre creux entourant une moelle. Il en est de même encore dans les *S. elegans* et *spinulosa;* seulement les faisceaux de bois primaire, dilatés en forme d'éventail, demeurent indépendants et sont disposés isolément à la périphérie d'une large moelle. Ces différences de condensation dans le bois des faisceaux primaires s'observent fréquemment, comme on sait, non seulement entre tiges d'espèces voisines, mais aussi dans les diverses régions d'une seule et même tige, suivant l'âge et le milieu; elles sont sans importance.

Quant à la feuille des Sigillaires, elle tire ses éléments ligneux à la fois des coins du bois primaire et du bord interne des faisceaux du bois secondaire superposés. Aussi le faisceau libéro-ligneux de la nervure a-t-il sa région ligneuse formée de deux parties : l'une triangulaire et centripète en dessus; l'autre étalée transversalement et centrifuge en dessous, entre le sommet de la première et l'arc libérien. En résumé, la tige et la feuille des *Sigillaria* et des genres voisins, *Sigillariopsis*, *Poroxylon*, etc., est essentiellement la même que celle de la tige et de la feuille des *Sphenophyllum*.

On voit donc qu'il n'existe aucun motif tiré de la structure de la tige et de la feuille pour éloigner les Sigillariées des *Sphenophyllum*. Et comme les *Sphenophyllum* sont certainement des Cryptogames vasculaires hétérosporées, il faut bien en conclure, jusqu'à preuve du contraire, que les Sigillariées sont également des Cryptogames vasculaires hétérosporées.

Parmi les Cryptogames vasculaires hétérosporées, puisque leur bois primaire est centripète, c'est à côté des Lycopodinées hétérosporées, et notamment des *Lepidodendron*, que ces plantes paraissent devoir être placées. La seule différence, en effet, au point de vue de la structure de la tige et de la feuille, entre un *Lepidodendron* d'une part et un *Sphenophyllum* ou une Sigillariée de l'autre, c'est que le premier genre demeure

dépourvu des formations libéro-ligneuses secondaires que les seconds produisent, différence qui existe aussi, nous l'avons vu, entre l'*Ophioglossum* et le *Botrychium* dans la famille des Ophioglossées. Il n'y a pas jusqu'à ces degrés inégaux de condensation des coins du bois primaire, signalés plus haut entre les différentes espèces de *Sigillaria*, qui ne se retrouvent entre les diverses espèces de *Lepidodendron ;* sous ce rapport, en effet, le *Lepidodendron Jutieri* correspond au *Sigillaria spinulosa*, le *L. Harcourtii* au *S. Diploxylon* et le *L. rhodumnense* au *S. pulcherrima*. Ajoutons que la structure de l'écorce de la tige subit également dans ces deux genres des variations parallèles.

En résumé, on voit que, sous le rapport de la structure de la tige et de la feuille, la famille des Lépidodendrinées comprend deux sortes de genres : 1° ceux qui en restent indéfiniment à la structure primaire, telle qu'on l'observe dans la plupart des Lycopodinées aujourd'hui vivantes, et notamment dans les *Psilotum* et *Tmesipteris*, en un mot qui n'ont qu'un seul bois, centripète : les *Monoxylées ;* 2° ceux qui, possédant d'abord cette même structure, la compliquent bientôt par la formation, entre le liber et le bois primaires, d'un anneau libéro-ligneux secondaire, en un mot qui ont deux bois, le premier centripète, le second centrifuge : les *Diploxylées*. A son tour, cette seconde catégorie peut se diviser en deux groupes, d'après la disposition isolée ou verticillée des feuilles..De sorte qu'en définitive les genres se répartissent en trois tribus de la manière suivante :

LÉPIDODENDRINÉES.

- I. **MONOXYLÉES. Un seul bois, centripète.**
  - 1. **LÉPIDODENDRÉES. Feuilles isolées, épis terminaux.** *Lepidodendron*, *Psilophyton*, *Lepidophloios*, *Ulodendron*, *Bothrodendron*, *Halonia*, *Knorria*.
- II. DIPLOXYLÉES. Deux bois, le primaire centripète, le secondaire centrifuge.
  - 2. SIGILLARIÉES. Feuilles isolées, épis latéraux. *Sigillaria* (avec *Diploxylon*), *Sigillariopsis*, *Poroxylon*.
  - 3. **SPHÉNOPHYLLÉES. Feuilles verticillées.** *Sphenophyllum*.

On verra tout à l'heure que la structure de la racine des Sigillaires confirme la place que nous attribuons ici à ces plantes.

Ce n'est pas ainsi que M. Renault comprend les affinités de ces trois groupes de genres. En méconnaissant la nature de la couche libéro-ligneuse secondaire de la tige des *Sphenophyllum* et en n'apercevant pas le bois centrifuge de leur faisceau foliaire, il a été conduit à cette double erreur de placer les *Sphenophyllum* dans les Hydroptérides, à côté des *Salvinia*, avec lesquels on leur cherche en vain une ressemblance quel-

conque, et de transporter les Sigillariées parmi les Phanérogames à côté des Cycadées.

3. *Assise génératrice anomale extérieure aux faisceaux libéro-ligneux primaires.* — La tige des *Isoetes* forme, comme on sait, des tissus secondaires à l'aide d'une assise génératrice située à la périphérie du cylindre central, en dehors du liber primaire, probablement dans le péricycle. Comme chez les *Dracæna* et autres Phanérogames douées de la même structure, cette assise engendre, en dehors une couche épaisse d'écorce secondaire, en dedans une couche mince d'éléments qui paraissent, les uns ligneux, les autres libériens. Mais ce sujet mérite de nouvelles recherches, et je me borne pour le moment à renvoyer le lecteur à ce que M. de Bary en a dit dans sa *Vergleichende Anatomie*, p. 642.

4. *Assise génératrice anomale intérieure aux faisceaux libéro-ligneux primaires.* — Dans la tige âgée de plusieurs *Botrychium* (*B. rutaceum*, *daucifolium*), j'ai vu l'assise périphérique de la moelle, en contact immédiat avec les vaisseaux les plus internes et les premiers formés, subir un certain nombre de partitions tangentielles et produire une zone continue de méristème. Mais je n'ai pas réussi, peut-être faute d'échantillons assez âgés, à observer la transformation des cellules de ce méristème en tissus définitifs. J'ignore par conséquent s'il produit seulement un liber interne centrifuge, comme dans bon nombre de Dicotylédones, ou s'il forme à la fois un liber centrifuge et un bois centripète, comme dans le *Tecoma radicans*. Il n'en est pas moins certain que les *Botrychium* peuvent former des tissus secondaires à la périphérie de leur moelle.

On n'a pas jusqu'ici rencontré avec certitude de formations libéro-ligneuses secondaires dans les racines des Cryptogames vasculaires ; aussi bien celles des *Botrychium* et des *Sigillaria* que celles des *Isoetes* s'en montrent dépourvues.

§ II. — Anomalies de la structure primaire de la racine.

On sait que la racine de certaines Cryptogames vasculaires présente une anomalie de structure dont on n'a pas jusqu'ici rencontré d'exemple chez les Phanérogames. Le caractère général de cette anomalie consiste en ce que les divers éléments du cylindre central sont disposés de telle sorte que l'organe tout entier ne soit symétrique que par rapport à un plan. En même temps, et c'est sans doute une conséquence de cette symétrie bilatérale, ces racines ne produisent pas de radicelles ; elles restent simples, ou si elles se ramifient, c'est par dichotomie.

Ce résultat général peut être atteint de deux manières différentes. Tantôt

l'anomalie réside déjà dans le tronc primaire directement inséré sur la tige ; tantôt, au contraire, le tronc primaire est normal, et l'anomalie n'apparaît que dans ses branches, à la suite de dichotomies plus ou moins fréquemment répétées. Il y a donc deux cas à distinguer.

1. *Anomalie dans le tronc principal.* — Le premier cas est réalisé par certains *Ophioglossum*, quelques *Lycopodium*, le *Phylloglossum* et tous les *Isoetes*.

Disons d'abord que tous les *Botrychium* que j'ai pu étudier, ainsi que l'*Helminthostachys*, ont leur racine construite sur le type normal. Sous l'endoderme et le péricycle, le cylindre central y compte ordinairement cinq ou six (*Helminthostachys*), quatre (*Botrychium daucifolium, virginicum*), trois (*B. ternatum, rutaceum, matricariæfolium, lunarioides*) ou deux (*B. Lunaria*) faisceaux libériens. Normalement aussi, la racine de ces plantes produit çà et là des radicelles, en autant de rangées qu'il a de faisceaux ligneux et en correspondance avec ces faisceaux (1). Le genre *Ophioglossum* se comporte d'une manière différente. Certaines espèces ont les racines normales avec trois faisceaux ligneux confluant en une étoile à trois branches (*Ophioglossum pendulum*), ou deux faisceaux ligneux tantôt séparés au centre par du tissu conjonctif (*O. capense*), tantôt réunis en une bande diamétrale (*O. palmatum, macrorhiza, Bergianum, ellipticum*) : dans ces plantes, la racine produit çà et là, conformément à la règle ordinaire, des radicelles en superposition avec ses faisceaux ligneux. D'autres espèces, au contraire, offrent l'anomalie en question, que j'ai signalée il y a déjà longtemps dans les *Ophioglossum vulgatum* et *lusitanicum* (2). Elle existe aussi dans les *O. bulbosum* et *reticulatum*.

La structure y est binaire, comme dans la plupart des espèces normales, et la bande ligneuse diamétrale, considérée à l'intérieur de l'écorce de la tige, au voisinage du faisceau libéro-ligneux où la racine s'insère, est orientée longitudinalement, c'est-à-dire suivant l'axe de ce faisceau libéro-ligneux. Mais l'un des deux faisceaux libériens latéraux se développe seul, l'autre avorte complètement. Il en résulte que la bande ligneuse se trouve rejetée du côté de ce dernier et s'applique contre le

(1) Faute de matériaux suffisants, j'avais cru, en 1871, pouvoir admettre que la racine du *Botrychium Lunaria*, seule espèce que j'eusse alors à ma disposition, se ramifie en dichotomie. M. Holle a rectifié plus tard cette erreur (*Botanische Zeitung*, 1875); je ne l'eusse pas commise si j'avais pu observer les espèces à racines beaucoup plus abondamment ramifiées que j'ai appris à connaître depuis.

(2) Ph. Van Tieghem, *Mémoire sur la racine* (Ann. des sc. nat. 5e série, 1871, t. XIII). M. Russow en 1872 et M. Holle en 1875 ont constaté la même anomalie dans l'*O. vulgatum*, mais sans chercher davantage à l'expliquer par l'examen comparatif des autres espèces.

péricycle en se courbant en arc. En traversant l'écorce, la racine tourne alors de 90 degrés sur elle-même, de manière à diriger l'unique faisceau libérien en haut et la bande vasculaire en bas. Une fois sortie de la tige, la racine n'est donc symétrique que par rapport au plan vertical qui passe par son axe. Dans les espèces où elle est ainsi constituée, la racine ne produit jamais de radicelles, mais en revanche elle engendre, comme on sait, sur sa face supérieure, des bourgeons adventifs qui s'insèrent directement sur le faisceau libérien.

M. Russow a montré en 1872 que quelques *Lycopodium* (*L. Selago, inundatum, suberectum*) ont le tronc principal de leurs racines dichotomes conformé de la même manière et, d'après Mettenius, le *Phylloglossum* offre la même anomalie dans ses racines, qui ne se ramifient pas.

Il en est de même dans les *Isoetes*. Ici, pendant que la racine descend dans l'écorce de la tige, la structure de son cylindre central est binaire et tout d'abord normale ; la bande ligneuse diamétrale est parallèle au plan tangent au cylindre central de la tige. Mais peu à peu on voit le faisceau libérien situé du côté du cylindre central de la tige se réduire de plus en plus et finalement disparaître, tandis que la bande diamétrale vient s'appliquer et se ramasser en ce point contre l'assise périphérique. Désormais le cylindre central de la racine possède la même structure bilatérale que dans les *Ophioglossum* cités plus haut, et pour la même cause.

En résumé, quand l'anomalie réside dans le tronc primaire, elle consiste dans l'avortement d'un des faisceaux libériens au sein de la structure binaire normale, avortement dont la cause demeure d'ailleurs inconnue.

2. *Anomalie dans les branches d'une racine dichotome.* — Quand une racine primaire à structure anomale se dichotomise, l'anomalie se conserve indéfiniment dans toutes les dichotomies (*Lycopodium* cités, *Isoetes*). Quand c'est une racine à structure normale qui se dichotomise, le nombre des faisceaux des deux espèces va d'abord diminuant chaque fois, jusqu'à se réduire à deux. Puis, la dichotomie suivante entraîne dans chaque branche l'un des deux faisceaux ligneux et deux moitiés des faisceaux libériens, qui se rejoignent en un arc libérien diamétralement opposé. Désormais la structure est devenue bilatérale, mais c'est, on le voit, par une tout autre cause que dans le premier cas.

Il en est ainsi dans les *Lycopodium* à racine primaire normale, après un nombre de bifurcations qui dépend du nombre des faisceaux contenus dans le tronc principal. Il en est de même dans tous les *Selaginella* dès la première bifurcation, parce que le tronc principal y est binaire. Dans ces plantes, la première bifurcation de la racine s'opère, comme on sait, à l'intérieur du parenchyme cortical de la tige, en faisant avorter ordinairement l'une des branches, tantôt la supérieure (*S. cuspidata*, etc.), tantôt

l'inférieure (*S. denticulata*, etc.), mais en les développant quelquefois toutes les deux également (*S. Martensii, viticulosa*). Il en résulte que la branche qui se développe seule simule un tronc principal, et que l'anomalie semble être du même ordre que celles des *Isoetes*. Mais il y a longtemps déjà que j'ai rapporté l'anomalie des *Selaginella* et de la plupart des *Lycopodium* à sa véritable cause, c'est-à-dire au fait même de la dichotomie (1). Je m'étais trompé seulement en essayant de rattacher à la même cause, c'est-à-dire à une dichotomie interne avec avortement de l'une des branches, l'anomalie analogue présentée par les *Isoetes* et par certains *Ophioglossum*. Cette erreur se trouve maintenant réparée.

Quant aux racines de *Sigillaria*, j'ai pu en étudier la structure sur des coupes que M. Williamson a bien voulu soumettre à mon examen et où les tissus étaient en état de parfaite conservation. On y voit un seul faisceau ligneux triangulaire à pointe externe avec un faisceau libérien en forme d'arc diamétralement opposé, c'est-à-dire précisément la structure anomale à symétrie binaire dont il est ici question. Si l'on suppose la tige verticale, la racine tourne son faisceau ligneux en bas, son faisceau libérien en haut, comme dans les *Isoetes*. Mais il est difficile de préciser dans ce cas l'origine de l'anomalie. Est-elle due, comme chez les *Selaginella*, à la dichotomie antérieure d'un tronc binaire? ou faut-il en voir la cause dans l'avortement d'un des faisceaux ligneux dans une structure binaire, ou de deux faisceaux ligneux dans une structure ternaire, avec confluence des groupes libériens alternes en un seul faisceau en arc, par un phénomène en quelque sorte inverse de celui qui se produit chez les *Isoetes* et chez certains *Ophioglossum* et *Lycopodium?* Cette dernière hypothèse tire quelque probabilité de ce fait qu'elle concilierait les observations contradictoires publiées par M. Williamson et par M. Renault au sujet de la structure des appendices portés par le rhizome des Sigillaires (*Stigmaria*). Ces appendices seraient tous des racines; mais il y en aurait de deux sortes. Les unes, dépourvues de radicelles, simples ou ramifiées ou dichotomie, auraient la structure anomale dont on vient de parler; les autres auraient la structure normale avec trois faisceaux ligneux confluant au centre en un prisme triangulaire, et porteraient en face des arêtes de ce prisme trois rangs de radicelles. Puisqu'on la constate dans le genre *Ophioglossum* entre des espèces très voisines, cette double différence pourrait fort bien, après tout, se rencontrer entre les racines portées par des régions différentes de la même tige. Mais je suis trop incompétent pour entrer dans le fond du débat, et c'est sous toute réserve que je suggère cette explication.

Toujours est-il que l'anomalie de structure présentée par la racine des

(1) Ph. Van Tieghem, *Mémoire sur la racine* (Ann. des sc. nat. 5e série, 1871. t. XIII).

Sigillaires contribue à classer ces plantes parmi les Cryptogames vasculaires, où cette anomalie se trouve circonscrite, et à les éloigner des Phanérogames, où elle n'a jamais été observée.

M. Zeiller rappelle qu'on a observé des dichotomies dans ce qu'on a décrit comme racine de Sigillaire.

M. Bureau dit que les observations de M. Van Tieghem appuient d'une manière importante l'opinion de ceux qui considèrent les Sigillaires comme des Cryptogames vasculaires, et il fait observer que souvent les *Stigmaria* se trouvent sans les Sigillaires dans les mêmes dépôts ; ce seraient alors des racines de Lépidodendrées, et l'on ne peut guère admettre que ces *Stigmaria*, à structure toujours la même, appartiennent tantôt à des Cryptogames vasculaires, tantôt à des Phanérogames.

M. Zeiller fait remarquer que, chez les Sigillaires, les cicatrices d'épis ne sont pas axillaires, et que les spores attribuées aux Sigillaires ont une forme tétraédrique, comme celles des Lycopodinées.

M. Eug. Fournier communique à la Société, de la part de M. Therry qui a assisté à la session de Fontainebleau, comme délégué de la session botanique de Lyon, deux mémoires manuscrits (1) contenant la liste des Champignons récoltés du 21 au 26 juin 1881 dans la forêt de Fontainebleau, élaborée avec l'aide de M. le professeur P. A. Saccardo, et des détails sur une espèce nouvelle décrite par M. Therry sous le nom de *Coemansia repens*.

M. Fournier fait ensuite à la Société la communication suivante :

SUR LE PREMIER ENVOI DE M. Edm. KERBER, par M. Eug. FOURNIER.

Nos confrères connaissent déjà, au moins de nom, M. Edmond Kerber, dont la *Revue bibliographique* a annoncé (t. XXVIII, p. 239) le départ pour le Mexique. Ils ont été invités à s'intéresser à ce voyage, entrepris dans d'excellentes conditions. M. Kerber, en effet, s'était déjà initié auparavant à la connaissance de la végétation mexicaine en séjournant pendant une saison sur la côte orientale de la Vera-Cruz. Il est revenu en Allemagne,

(1) Ces deux mémoires avaient été communiqués précédemment par leur auteur à la Société botanique de Lyon (séances du 7 novembre 1882 et du 20 février 1883). La liste des Champignons de Fontainebleau vient de paraître dans le *Bulletin mensuel* de cette Société pour 1883, page 16. (*Note du Secrétariat ajoutée pendant l'impression*).